

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 14 295 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 02 C 17/16  
B 02 C 17/18  
B 02 C 17/24  
B 02 C 19/11

21 Aktenzeichen: 196 14 295.4  
22 Anmeldetag: 11. 4. 96  
43 Offenlegungstag: 24. 10. 96

DE 196 14 295 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31

21.04.95 DE 195147006

71 Anmelder:

Vock, Friedrich, Dr.-Ing., 97209 Veitshöchheim, DE

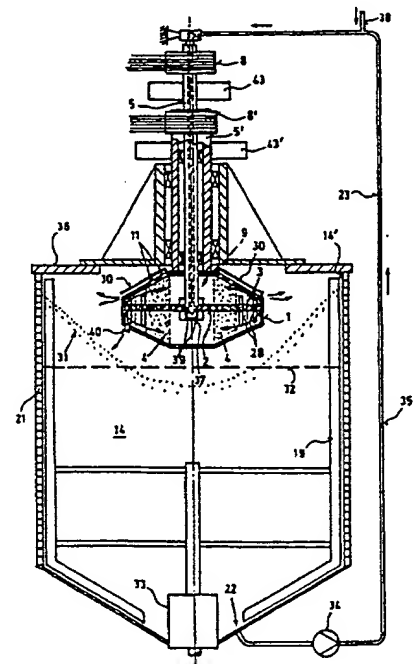
72 Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Nassmahlen und Dispergieren von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Nassmahlen und Dispergieren von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten mittels einer Rührwerksmühle, bestehend aus mindestens einer rotierenden, enthaltenden Mahlkammer, mindestens einem Rotor, wobei die Mahlkammer und der Rotor mittels mindestens eines Antriebes unabhängig voneinander in Rotation versetzbar sind und das Mahlgut über eine Hohlwelle in die Mahlkammer einleitbar ist, wobei die in der Mahlkammer befindlichen Mahlkörper durch Rotation der Mahlkammer stark komprimiert werden, daß der Rotor in Rotation versetzt wird, wobei die Drehgeschwindigkeiten der Mahlkammer und des Rotors gleichsinnig verläuft, und daß der Rotor konstant schneller, konstant langsamer, alternierend langsamer oder schneller dreht oder gleich schnell dreht als die Mahlkammer, daß das zu vermahlende Mahlgut durch eine Hohlwelle in die den Rotor enthaltende Mahlkammer geleitet und anschließend das Mahlgut infolge der Zentrifugalkraft über Auslaßöffnungen in einen Auffangbehälter geschleudert wird.



DE 196 14 295 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 043/411

10/27

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Naßmahlen von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten mittels einer Rührwerksmühle bestehend aus mindestens einer Mahlkörper enthaltenden Mahlkammer, mindestens einem Rotor, wobei die Mahlkammer und der Rotor mittels mindestens eines Antriebes unabhängig voneinander in Rotation versetzbar sind und das Mahlgut über eine Hohlwelle in die Mahlkammer einleitbar ist.

Unter Naßmahlen versteht man die Zerkleinerung von Feststoffpartikeln hoher Festigkeit in einer flüssigen Phase; unter Dispergieren das Zerkleinern von Agglomeraten, die aus stark haftenden Primärpartikeln bestehen und deren Primärpartikel dispers in einer flüssigen Phase zu verteilen sind. Diese Naßverfahren werden insbesondere dann angewandt, wenn die hierbei entstehenden Produkte als Suspension weiterzuverarbeiten oder anzuwenden sind, wie beispielsweise Pigmente und Füllstoffe in Lackfarben und Druckfarben, oder magnetische Feststoffpartikel für die Audio- und Videobandbeschichtung.

Ein solches Verfahren oder eine solche Vorrichtung ist aus der DE-44 19 919 C1 bekannt. Es handelt sich hierbei um eine Rührwerkskugelmühle mit einem Gefäß, das mindestens teilweise mit zu behandelndem Produkt füllbar ist, einem Mahlbehälter, der in dem Gefäß um eine zentrale Achse drehbar ist und mindestens einen Wandbereich mit einer äußeren Trenneinrichtung aufweist, die von dem Produkt durchströmbar ist, im Mahlbehälter enthaltene Mahlhilfskörper jedoch zurückbehält, und einem Rührwerk, das innerhalb des Mahlbehälters angeordnet und unabhängig von diesem um die zentrale Achse drehbar ist.

Ein weiteres Verfahren und eine weitere Vorrichtung der erfindungsgemäßen Gattung ist in der DE 41 28 074 A1 beschrieben. Diese Rührwerksmühle besteht aus einem vorzugsweise zylindrischen, drehbaren, mit einem Einlaß an seinem einen und einem Auslaß an seinem anderen Ende versehenen Mahlbehälter, in welchem eine mit Rührorganen versehene Rührwerks-welle drehbar ist. Am Innenumfang des Mahlbehälters sind Rührorgane in Form von konzentrischen Ringen vorgesehen, die zwischen die Rührorgane der Rührwerks-welle radial nach Innen eingreifen und deren Innendurchmesser kleiner ist als der Außendurchmesser der — ebenfalls von Ringscheiben gebildeten — Rührorgane der Rührwerks-welle.

In der DD 2 90 317 A7 ist eine Vorrichtung beschrieben, die aus einem Außenzylinder besteht, der das Mahlgefäß darstellt und einem konzentrisch angeordneten Innenzylinder, wobei zwischen Außenzylinder und Innenzylinder ein ringförmiger Mahlpalt ausgebildet ist, der von einer aus Mahlgutteilchen, Mahlkörpern und Flüssigkeit bestehenden Suspension durchströmt wird. Hierbei sind der Innenzylinder feststehend und der Außenzylinder rotierend angeordnet, wobei ein ringförmiger effektiver Mahlpalt zwischen Außenzylinder und Innenzylinder durch Ablagerung von Mahlkörpern und Teilchen des Mahlgutes auf dem rotierenden Außenzylinder gebildet wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt insbesondere darin die Nachteile des Standes der Technik zu verringern, d. h.: Verkürzung der Verweilzeiten des Mahlgutes in der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Vereinfachung der Prozeßführung, Vermeidung von teuren Kühlvorrichtungen in der eigentlichen Mahlvorrichtung

und die Anwendbarkeit auf ein möglichst breites Spektrum des zu verarbeitenden Mahlgutes.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die in der Mahlkammer befindlichen Mahlkörper durch Rotation der Mahlkammer stark komprimiert werden, daß der Rotor in Rotation versetzt wird, wobei die Drehgeschwindigkeiten der Mahlkammer und des Rotors gleichsinnig verläuft, und daß der Rotor konstant schneller, konstant langsamer, alternierend langsamer oder schneller dreht oder gleich schnell dreht als die Mahlkammer, daß das zu vermahlende Mahlgut durch eine Hohlwelle in die den Rotor enthaltende Mahlkammer geleitet und anschließend das Mahlgut infolge der Zentrifugalkraft über Auslaßöffnungen in einen Auf-fangbehälter geschleudert wird.

Die Mahlkörper mit der sie umgebenden und sie durchströmenden Suspension müssen in ein Zentrifugalfeld überführt werden, um eine enge Mahlkörperpackungsstruktur und hohe Normalkräfte zwischen den Mahlkörpern einzustellen. Dies gelingt, indem die horizontale oder vertikale Mahlkammer selbst um ihre Achse wie eine Zentrifuge rotiert. Der Zerkleinerungsprozeß setzt jedoch erst ein, wenn zusätzlich die komprimierte Mahlkörperschüttung durch rotierende oder schwingende Werkzeuge relativ bewegt wird, da erst hierbei die erforderlichen Schubspannungen auf die Feststoffpartikel erzeugt werden. Hierbei ist es wichtig, daß diese Relativbewegung und Mischbewegung mit gleichsinnigem Drehsinn zur Kammerrotation erzeugt wird, da nur Mahlkörper, die sich auf einer Kreisbahn bewegen, die erforderlichen Zentripedalkräfte aufbauen. Mahlkörper, die bsp. durch bewegte Werkzeuge von ihrer Kreisbahn verdrängt werden, besitzen zwar noch eine Geschwindigkeit, erzeugen jedoch keinen Kontakt-druck auf die nächst folgende Mahlkörperschicht in Richtung steigenden Radius. Hierbei ist es unerheblich, ob die Drehzahl des Werkzeuges größer oder kleiner ist als die Mahlkammerdrehzahl, wenn sie nur gleichsinnig ist. Die Ausführungsformen zur Einleitung der gleichsinnigen Relativbewegung erfolgt gemäß den Unteransprüchen durch verschiedene Varianten:

Die Mahlkammer wird über eine drehbare Hohlwelle derart in Rotation versetzt, daß die in ihr enthaltenen Mahlkörperschüttung stark komprimiert wird. Es entstehen somit hohe Normalspannungen für die Partikelbeanspruchung der Suspension. Ein Rotor wird ebenfalls über eine Hohlwelle in Rotation versetzt, wobei der Rotor gleichsinnig, jedoch schneller dreht als die Mahlkammer. Es wird sowohl zwischen Rotoroberflächen und Mahlkörperschüttung einerseits, als auch zwischen Mahlkörperschüttungsinnenfläche der Mahlkammer andererseits eine intensive Schlupfbewegung ausgelöst.

Eine andere bevorzugte Verfahrensweise zur Erzeugung einer Schlupfbewegung besteht darin, daß die Mahlkammer und der Rotor gleichsinnig drehen, der Rotor jedoch langsamer dreht als die Mahlkammer.

Ebenso ist eine Kombination der beiden obengenannten Verfahrensweisen möglich, indem die Mahlkammer und der Rotor sich gleichsinnig drehen, jedoch die Drehzahlen von der Mahlkammer bzw. von dem Rotor so mit stetigem, periodischen, zeitlichen Wechsel ändern, daß sich einmal die Mahlkammer schneller dreht als der Rotor und andererseits der Rotor sich schneller dreht als die Mahlkammer.

Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise besteht darin, daß beispielsweise die Mahlkammer periodisch von einer maximalen Drehzahl auf eine niedrigere Drehzahl abgebremst und dann wieder auf die maxima-

le Drehzahl hochbeschleunigt wird. Außerdem ist es denkbar, bei dieser Fahrweise den Rotor ganz entfallen zu lassen.

Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise besteht darin, daß die Mahlkörperschüttung mit scherender Wirkung in Bewegung gesetzt werden, wobei die Hohlwelle über eine Biege elastischer Kupplung und mittels einer Unwuchtmasse in Schwingungen versetzt wird.

Weiterhin können in dem Behälter mehrere Mahlkammern mit mehreren Rotoren kaskadenartig übereinander bzw. nebeneinander betrieben werden, wobei jede Kammer mit dem dazugehörigen Rotor über die gemeinsame Hohlwelle versorgt wird.

Darüberhinaus wird die obengenannte Aufgabe durch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Naßmahlen und Dispergieren von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten dadurch gelöst, daß die Mahlkammer einen gasförmigen um die Hohlwelle angeordneten Raum aufweist, daß am Umfang (10) der Mahlkammer Auslaßöffnungen für das Mahlgut angeordnet sind, und daß die Rührwerksmühle direkt an einem Auffangbehälter für das Mahlgut angeordnet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und ihren Kombinationen.

Zur Stützung der Ansprüche werden im folgenden einige Ausführungsbeispiele anhand von Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittzeichnung der Rührwerksmühle,

Fig. 2 ein Beispiel eines Rotors,

Fig. 3 ein exzentrisch gelagerter Rotor,

Fig. 4 ein mit biegeelastischer Kupplung versehener Rotor,

Fig. 5 ein Diagramm für das Brems-Beschleunigungsverfahren,

Fig. 6 eine andere Ausführung einer erfindungsgemäßen Rührwerksmühle,

Fig. 7 eine Kaskadenanordnung von der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Fig. 1 stellt eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Rührwerksmühle dar. Die Rührwerksmühle besteht aus einer Mahlkammer 1 mit einem Rotor 2. Die Mahlkammer 1 wird über einen Antrieb 8' und einer Hohlwelle 5' angetrieben. In der Hohlwelle 5' befindet sich eine weitere Hohlwelle 5 für den Rotor 2 der über den Antrieb 8 angetrieben wird. Die Mahlkammer 1 ist mit Mahlkörpern 3 gefüllt. Das Mahlgut 4 gelangt über den Zufluß 38 durch die Hohlwelle 5 in die Mahlkammer 1. In der Fig. 1 ist der Rotor 2 scheibenförmig dargestellt und weist an seinem umfangsseitigen Ende Rührwerkszeuge 28 auf. Die Rührwerkszeuge 28 können allen möglichen denkbaren bekannten Formen aufweisen, beispielsweise, wie dargestellt, stabförmige Zapfen. Die Hohlwelle 5 ist an ihrem Ende 37 geschlossen ausgebildet. Weiterhin weist die Hohlwelle an ihrem unteren Ende seitliche Öffnungen 39 auf. Die Fig. 1 zeigt den Zustand bei drehender Rührwerksmühle. Das Mahlgut gelangt durch die Hohlwelle 5 durch die seitlichen Öffnungen 39 der Hohlwelle 5, durch den Rotor 2. Das Mahlgut 4 gelangt anschließend am Umfang des Rotors 2 durch die Mahlkörper 3 in den Innenraum der Mahlkammer 1. Am oberen Ende der Mahlkammer 1 befinden sich Öffnungen 11, die als Austrittsöffnungen für das behandelnde Mahlgut 4 dienen. An der Außenseite der Mahlkammer 1 sind über den Öffnungen 11 abschirmende, zur Behälterwand 14' geöffnete Abdeckungen 30 angebracht, die bis zum Umfang der Mahlkammer 1 reichen, so daß das Mahlgut infolge der Zentrifugalkräfte

nach außen spritzen kann. Mit den senkrecht gestrichelten Linien sind die verschiedenen Bereiche in der Mahlkammer angedeutet. Insbesondere bildet sich beim Betrieb der Rührwerksmühle in ihrer Mitte ein gasförmiger Raum 9. Weiterhin weist die Mahlkammer (1) im unteren Bereich eine verschließbare Öffnung (40) auf, die beispielsweise zum Spülen der Mahlkammer (1) geöffnet wird. Die ganze Rührwerksmühle ist auf einem Deckel 36 befestigt, der wiederum einen Auffangbehälter 14 abschließt. In dem Auffangbehälter 14 ist ein Rührwerk 19 vorgesehen, welches über den Antrieb 33 angetrieben wird. Im Auffangbehälter (14) ist eine maximale Mahlguthöhe 32 im Stillstand, sowie der Mahlgutspiegel 31 im Betrieb der Rührwerksmühle gezeigt. Ferner kann der Auffangbehälter 14 mit einer Kühlung 21 versehen sein. Mit den Bezugszeichen 22, 23, 34 und 35 soll angedeutet werden, daß eine Kreisfahrweise möglich ist. Mittels einer Pumpe 34 wird das Mahlgut über die Leitung 23 in einen Kreislauf durch den Prozeß geführt. Um die Möglichkeit der plötzlichen Abbremsung der Mahlkammer 1 bzw. des Rotors 2 zu gewährleisten, sind an den Hohlwellen 5, 5' Bremsvorrichtungen 43, 43' angebracht.

Das Grundprinzip der Rührwerksmühle besteht darin, daß sie gleichzeitig in einem solchen Behälter integriert wird. Da für Maschinen mit schnell drehendem Behälter sowieso eine Einhausung aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, kann diese Voraussetzung mit dem Auffangbehälter 14 gelöst werden. Das aus der Mahlkammer 1 austretende Mahlgut läßt man freispritzend in den Auffangbehälter 14 ausströmen. In der Mahlkammer 1 selbst ist ein begrenztes Füllniveau sowohl für das Mahlgut als auch für die Mahlkörper vorgesehen, so daß im Zentrum der drehenden Kammer ein radial begrenzter Gasraum 9 entsteht. Das Füllniveau der Mahlkörperschüttung und des Mahlgutspiegels sind unterschiedlich. Der Mahlgutüberlauf 11 an der Mahlkammer 1 kann durch die richtige Anordnung von zwei bis drei Bohrungen, mit Führung zum Außenmantel realisiert werden. Hierbei wirken die mit dem Behälter schnell rotierenden Rohre wie Pumpen. Das Mahlgut spritzt nach Verlassen dieser Rohre durch den Behältergasraum gegen die mit Kühlung ausgestattete Behälterwand. Unabhängig vom Füllgrad des Behälters kann die gesamte Wandfläche wie eine Dünnschicht-Kühler als Kühlapparat genutzt werden.

Der zentrale Gasraum 9 der Mahlkammer 1 bringt einen zusätzlichen Effekt für die Lösung der Dichtung der beiden rotierenden Hohlwellen 5, 5'. Es muß lediglich gegen einen Gasraum 9 abgedichtet werden und nicht gegen das unter Förderdruck stehende Mahlgut 4 und schon gar nicht gegen die bewegten Mahlkörper. Somit kann in vorteilhafter Weise eine Gleitringdichtung sowie eine Trennvorrichtung entfallen. Weiterhin ist vorteilhaft, daß die auf dem Behälter angeordnete Rührwerksmühle wie bei einem Standrührwerk auf- und abgefahren werden kann, damit die Maschine mit der Mahlkörperfüllung leicht zugänglich ist. Weiterhin ist von Vorteil, daß bei Chargenwechsel auch die Gesamtreinigung der Anlage in einfacher Weise durchgeführt werden kann, indem einfach Waschmittel vorgelegt und im Kreis umgepumpt wird, um somit die Rührwerksmühle, einschließlich der Mahlkörperfüllung, den Kreisbehälter durch Ausspritzen mit rotierender Mahlkammer, sowie den Kreislauf mit der Pumpe, Rohrleitung und Armaturen zu reinigen.

Die eingefüllte Mahlkörperschüttung besteht üblicherweise aus kugelförmigen Mahlkörpern, deren Dichte

größer ist als die Dichte der Suspension (bevorzugtes Verhältnis 1,5 bis 4,0) mit mono- oder polydispersen Kugeldurchmesser-Verteilungen per unterschiedlichen mittleren Durchmessern von  $< 100 \mu\text{m}$  bis  $6 \text{ mm}$  (bevorzugt  $< 500 \mu\text{m}$ ).

Die Mahlkörper mit der sie umgebenden und sie durchströmenden Suspension müssen in ein Zentrifugalfeld überführt werden, um eine enge Mahlkörperpackungsstruktur und hohe Normalkräfte zwischen den Mahlkörpern einzustellen. Dies gelingt, indem die horizontale oder vertikale Mahlkammer selbst um ihre Achse wie eine Zentrifuge rotiert.

Der Zerkleinerungsmechanismus setzt jedoch erst ein, wenn zusätzlich die komprimierte Mahlkörperschüttung durch rotierende oder schwingende Werkzeuge relativ bewegt wird, da erst hierbei die erforderlichen Schubspannungen auf die Feststoffpartikeln erzeugt werden.

Hierbei ist es von Bedeutung, daß diese Relativbewegung und Mischbewegung mit gleichsinnigem Drehsinn zur Kammerrotation erzeugt wird, da nur Mahlkörper, die sich auf einer Kreisbahn bewegen, die erforderlichen Zentripetalkräfte aufbauen. Mahlkörper, die beispielsweise durch bewegte Werkzeuge von ihrer Kreisbahn verdrängt werden, besitzen zwar noch eine Geschwindigkeit, erzeugen jedoch keinen Kontaktdruck auf die nächstfolgende Mahlkörperschicht in Richtung steigendem Radius. Hierbei ist es unerheblich, ob die Drehzahl des Werkzeuges größer oder kleiner ist als die Mahlkammerdrehzahl, wenn sie nur gleichsinnig ist.

Die technische Lösung des Einleitens einer Relativbewegung in die durch Auszentrifugieren komprimierte Mahlkörperstruktur läßt sich mit den oben beschriebenen, unterschiedlichen Varianten erreichen.

In Fig. 2 ist eine mögliche Ausführungsform eines Rotors 2 dargestellt. Der Rotor 2 ist an der nach unten geschlossenen Hohlwelle 5 angeschlossen. Die Hohlwelle 5 weist seitliche Öffnungen 39 auf, an die sich zwei oder mehrere Rohre 41 anschließen. An den äußeren Enden der Rohre 41 ist eine hohle ringförmige Scheibe 42 vorgesehen. Auf der hohlen Scheibe 42 sind als Rührwerkzeuge dienenden Stäben 43 angebracht. Das Mahlgut kann somit von der Hohlwelle 5 durch die Rohre 41 über die Hohlräume 26 aufweisende Scheibe 42 nach außen befördert werden.

Gemäß einer weiteren Variante ist in Fig. 3 ein exzentrisch gelagerter Rotor gezeigt. Die Hohlwelle 5 weist eine Exzentrizität  $e$  auf. Der Rotor 2 ist vor dem unteren Teil der Hohlwelle 5 drehbar gelagert. Der Rotor 2 wird hierbei über die Mahlkörpertauchung mitgeschleppt. Die Drehzahl der Hohlwelle liegt von 0 (Stillstand) bis zur Drehzahl der nicht dargestellten Mahlkammer. Die Mahlgutzufuhr geschieht über das untere Ende der Hohlwelle 5 durch den Rotor nach außen in die Mahlkammer.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform zeigt Fig. 4. Hierbei ist in der Hohlwelle 5 eine mit einem Balg versehene Kupplung 45 eingefügt. Unterhalb der biegeelastischen Kupplung ist eine Unwuchtmasse 46 angeordnet, woran sich der eigentlich selbständig drehende Rotor 2 (wie in Fig. 3) anschließt. Auch hier kann der Rotor über die Mahlkörpertauchung mitgeschleppt werden. Der wesentliche Punkt ist, daß die Relativbewegung der Mahlkörper mit einem zu Kreisschwingungen m erregten Rotor 2 erreicht wird.

Die Fig. 5 zeigt eine weitere Variante für die Fahrweise. Dort ist in Form eines Diagrammes ein Brems-Beschleunigungszyklus dargestellt.

Die Mahlkammer 1 wird zunächst auf eine maximale Drehzahl  $n_{Tr-max}$  beschleunigt und anschließend mittels der Bremsen 43, 43' auf die Drehzahl  $n_{Tr-min}$  verzögert. Danach beginnt eine erneute Beschleunigungsphase der Mahlkammer 1 auf  $n_{Tr-max}$ .

Mit der gestrichelten Kurve ist der zeitliche Verlauf der Mahlkörperschüttung  $n_{MKS}$  gezeigt. Die Differenz der Kurven  $n_{Tr} - n_{MKS}$  stellt den für die Scherung erforderliche Schlupf  $\pm \Delta n$  dar.

Beispielsweise können folgende Werte der verschiedenen Größen in Betracht kommen:

$$n_{Tr-max} \approx 1800 \text{ Umdrehungen min}^{-1}$$

$$n_{Tr-min} \approx 500 \text{ Umdrehungen min}^{-1}$$

$$\Delta t_{Br} \approx 5 \text{ s}$$

$$\Delta t_{Be} \approx 15 \text{ s}$$

$$\Delta t_{AT} \approx 20 \text{ s}$$

Hierbei sind unter den Bezeichnungen  $\Delta t_{Br}$ ,  $\Delta t_{Be}$  und  $\Delta t_{AT}$  die verschiedenen Zeiten der Bremsdauer, der Beschleunigungsdauer und der Gesamtdauer eines Zyklus zu verstehen.

Eine andere Ausführungsform einer Rührwerksmühle zeigt Fig. 6. Die Hohlwelle 5 ist an ihrem unteren Ende geöffnet und seitlich geschlossen. Am unteren Ende schließt sich ein scheibenförmiger, mit Rührwerkzeugen versehener Rotor an. Der Rotor teilt die Mahlkammer in zwei Teilkammern 6 und 7. Der Produktverlauf geschieht hierbei in der Weise, daß das Mahlgut durch die Hohlwelle 5 über die untere Teilkammer 7 in die Mahlkörper 3 geführt wird. Anschließend gelangt das Mahlgut 4 in die obere Teilkammer 6 und dann durch die Öffnung 16 in den Auffangbehälter 14. Im Schema ist angedeutet, daß die untere Teilkammer 7 flüssigkeitsgefüllt, während die obere Teilkammer 6 im Zentrum als Folge des Mahlgutüberlaufs ein Gaspolster besitzt. Dies vermeidet die Anwendung einer Gleitringdichtung.

Fig. 7 macht die Anwendung mehrerer Mahlkammern als Kaskade deutlich. Hierbei sind drei Kammern 1, 1' und 1'' übereinander parallel geschaltet, wobei über die gemeinsame Hohlwelle 5, jede Kammer 1, 1' und 1'' für sich mit Mahlgut versorgt wird. Alle Bezugszeichen in gestrichelter wie ungestrichelter Form entsprechen den Bezugszeichen von Fig. 1.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Naßmahlen und Dispergieren von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten mittels einer Rührwerksmühle bestehend aus mindestens einer Mahlkörper (3) enthaltenden Mahlkammer (1), mindestens einem Rotor (2), wobei die Mahlkammer (1) und der Rotor (2) mittels mindestens eines Antriebes (8, 8') unabhängig voneinander in Rotation versetzbar sind und das Mahlgut (4) über eine Hohlwelle (5) in die Mahlkammer (1) einleitbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Mahlkammer (1) befindlichen Mahlkörper (3) durch Rotation der Mahlkammer (1) stark komprimiert werden, daß der Rotor (2) in Rotation versetzt wird, wobei die Drehgeschwindigkeiten (1) der Mahlkammer (1) und des Rotors (2) gleichsinnig verläuft, und daß der Rotor (2) konstant schneller, konstant langsamer, alternierend langsamer oder schneller dreht oder gleich schnell dreht als die Mahlkammer (1), daß das zu vermahlende Mahlgut (4) durch eine Hohlwelle (5) in die den Rotor (2) enthaltende Mahlkammer (1) geleitet und anschließend das Mahlgut (4) infolge der Zentrifugalkraft über Auslaßöffnungen (11) in einen Auffangbehälter (14) ge-

schleudert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehgeschwindigkeit der Mahlkammer (1) und/oder des Rotors (2) periodisch zunächst stetig zunimmt und nach einer gewissen Zeitdauer plötzlich mittels separater Bremsrichtungen (43, 43') abgebremst wird, wobei dabei die Mahlkammer (1) bei drehbarem Rotor (2) oder der Rotor (2) bei drehender Mahlkammer (1) in Ruhe sein können.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) gegenüber der Mahlkammer (1) exzentrische Bewegungen durchführt.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) schwingend gelagert ist, wobei die Schwingungen des Rotors (2) durch eine Unwuchtmasse (25) erzeugt werden.

5. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlkammer (1) vertikal angeordnet ist und im unteren Teil zur Aufnahme der Mahlkörper (3) konisch verläuft.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mahlgut (4) kreisförmig den Mahlprozeß durchläuft, wobei das Mahlgut (4) aus dem Auffangbehälter (14) entnommen und über die Hohlwelle (5) in die Mahlkammer (1) mittels einer Pumpe (34) zurückgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mahlgut (4) über die nach unten geschlossene Hohlwelle (5) in radialer Richtung durch den Rotor (2) in die Mahlkammer (1) geleitet wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren kaskadenartig betrieben wird, in der Weise, daß mehrere Mahlkammern (1, 1', 1'') mit mehreren Rotoren (2, 2', 2'') übereinander bzw. nebeneinander angeordnet sind.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche zum Naßmahlen und Dispergieren von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten bestehend aus einer Rührwerksmühle mit Mahlkörper (3) enthaltenden Mahlkammer (1), einem Rotor (2), wobei die Mahlkammer (1) und der Rotor (2) mittels mindestens eines Antriebes (8) unabhängig voneinander in Rotation versetzbar sind und das Mahlgut (4) über eine Hohlwelle (5) in die Mahlkammer (1) einleitbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlkammer (1) einen gasförmigen um die Hohlwelle (5) angeordneten Raum (9) aufweist, daß am Umfang (10) der Mahlkammer (1) Auslaßöffnungen (11) für das Mahlgut (4) angeordnet sind, und daß die Rührwerksmühle direkt an einem Auffangbehälter (14) für das Mahlgut (4) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) gegenüber der Mahlkammer (1) exzentrisch gelagert ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) über einen Balg (24) schwingend an der Hohlwelle (5) angeordnet ist, wobei zur Erzeugung der Schwingung zusätzlich an der Hohlwelle (5) eine Unwuchtmasse (25) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9, 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) scheibenförmig ausgebildet ist, Hohlräume (26) zur Ausbringung des Mahlgutes (4) aufweist und an der Hohlwelle (5) angeordnet ist, wobei die nach unten geschlossene Hohlwelle (5) seitliche Öffnungen (27) aufweist, die in die Hohlräume (26) führen.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mehrere übereinander bzw. nebeneinander an der Hohlwelle (5) kaskadenförmig angeordnete Mahlkammern (1, 1', 1'') mit Rotoren (2, 2', 2'') aufweist.

14. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlkammer (1) zylindrisch, konisch oder doppelkonisch ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Auffangbehälter (14) ein Rührwerk (19) aufweist.

16. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (20) des Auffangbehälters (14) eine Kühlung (21) aufweist.

17. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Auffangbehälter (14) einen Auslaß (22) für das Mahlgut (4) aufweist, wobei das Mahlgut (4) über eine Leitung (23) über die Hohlwelle (5) in die Mahlkammer (1) mittels einer Pumpe (34) zurückgeführt wird.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung vertikal oder horizontal betreibbar ist, wobei die Hohlwelle (5) und die Mahlkammern (1, 1', 1'') mit den Rotoren (2, 2', 2'') horizontal bzw. vertikal gelagert sind.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

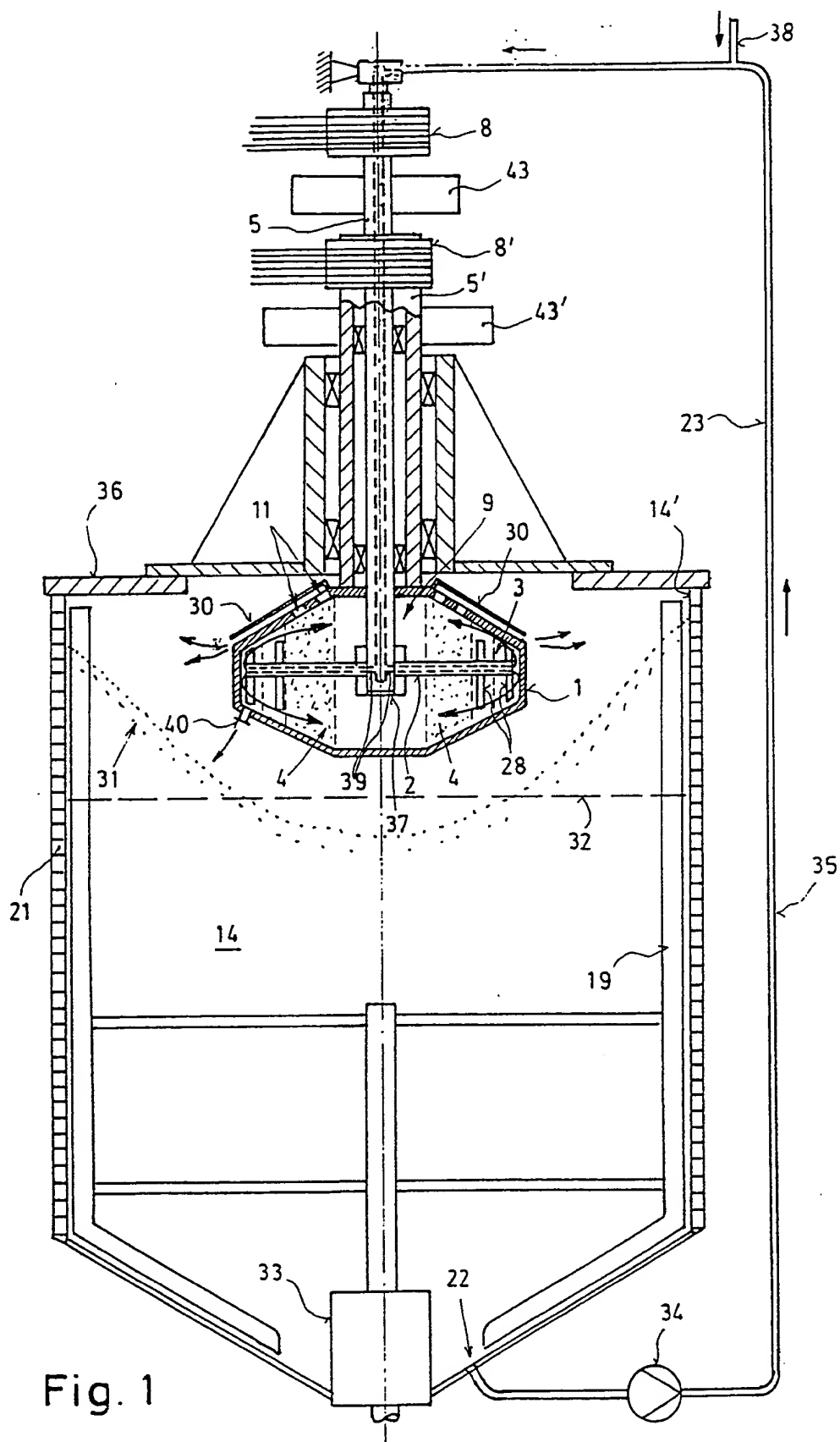
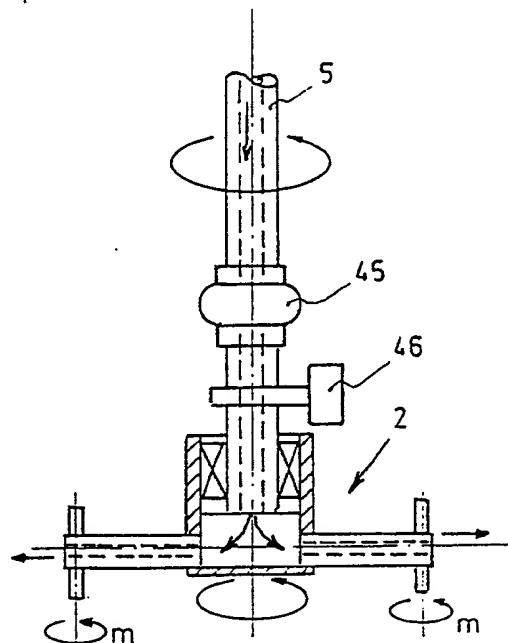
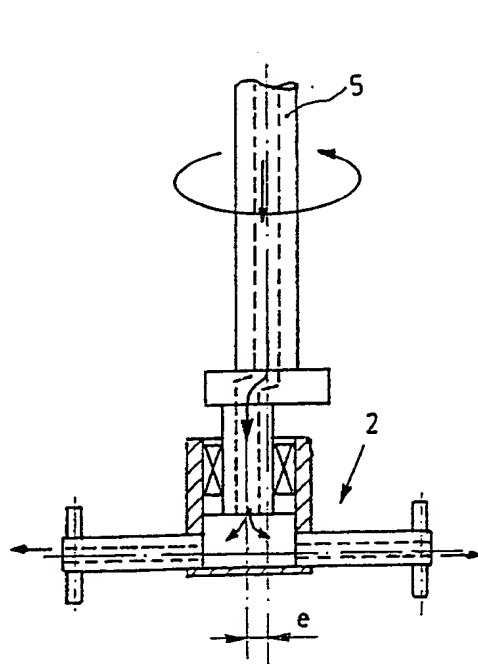
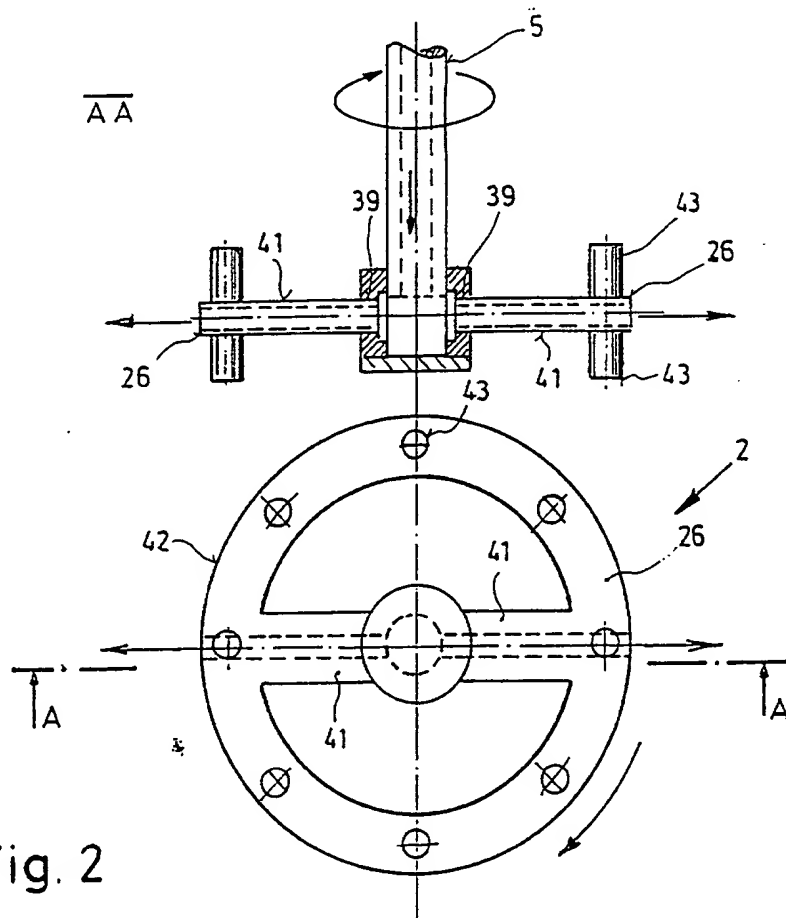


Fig. 1





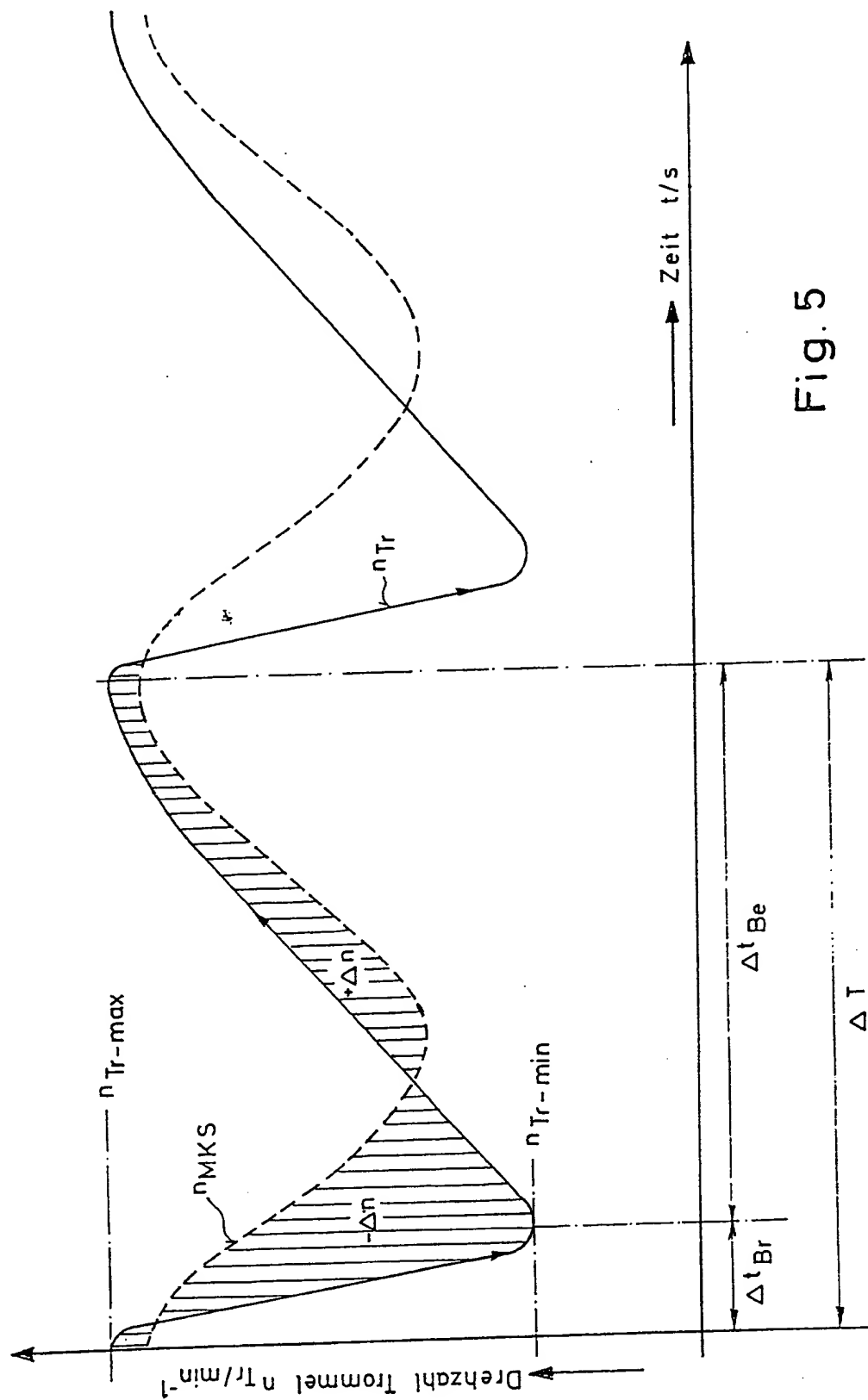


Fig. 5

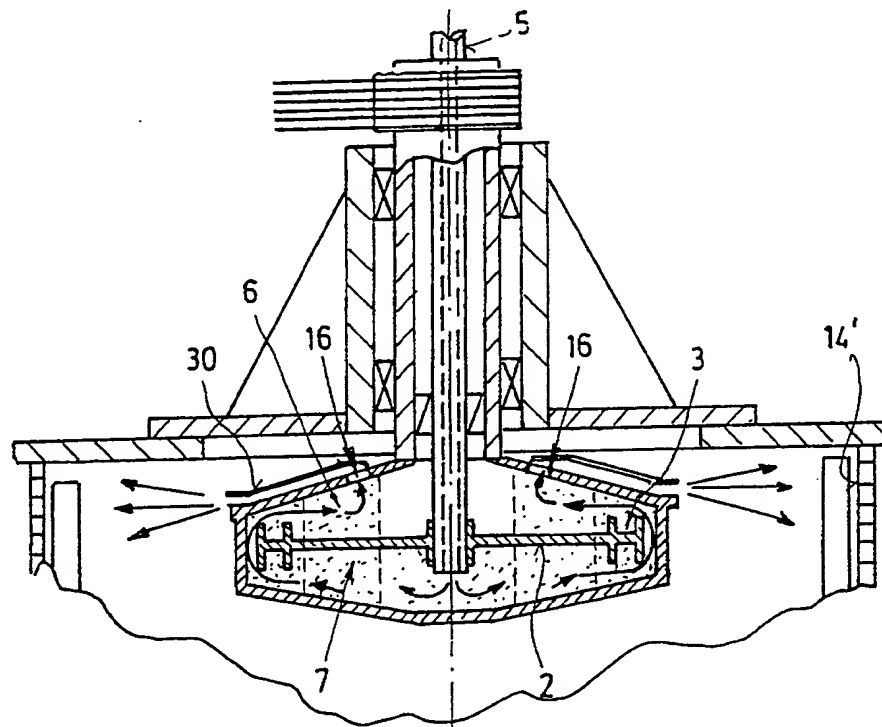


Fig. 6

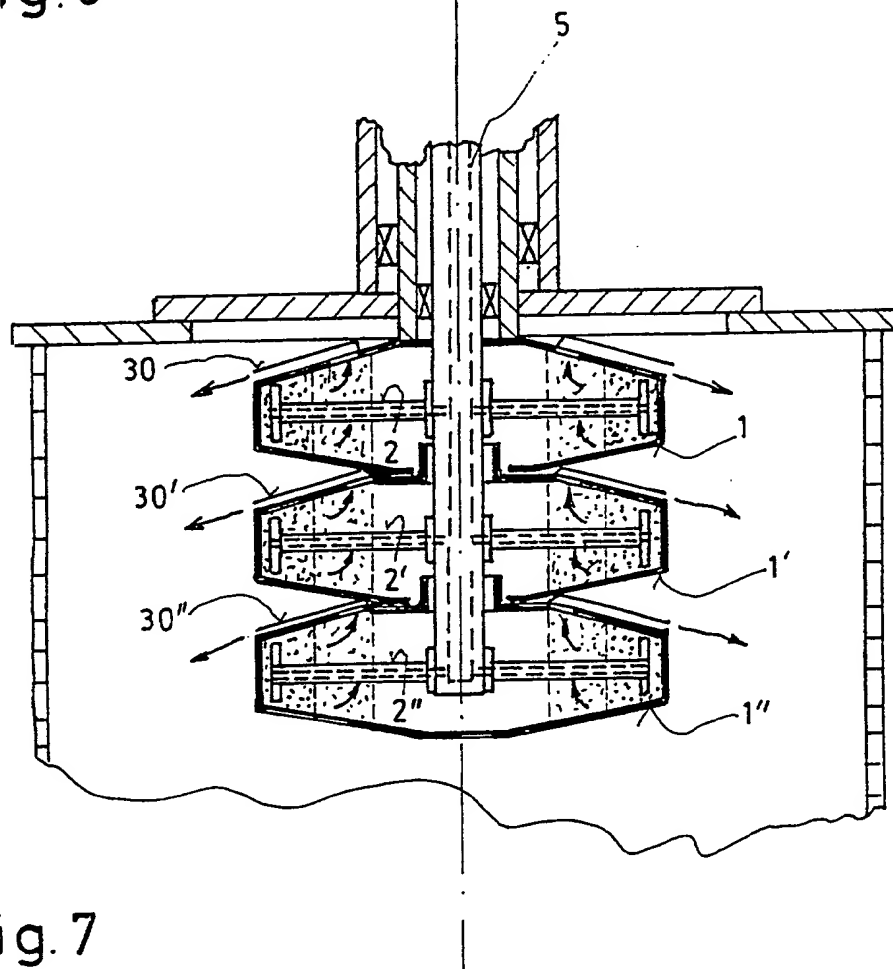


Fig. 7